

## Penerapan Metode *Reliability Centered Maintenance* Pada *Hight Pressure Pump Swro* Di PT KLK Dumai

Afdal Dinil Haq<sup>1</sup>, Trisna Mesra<sup>2\*</sup>, Novri Jenita Marbun

<sup>1)</sup> Program Studi Teknik Industri, Sekolah Tinggi Teknologi Dumai  
Jl. Utama Karya Bukit Batrem II  
Email: [afdaldinilhaq30@gmail.com](mailto:afdaldinilhaq30@gmail.com),  
[trisnamesra74@gmail.com](mailto:trisnamesra74@gmail.com)

### ABSTRAK

*Hight pressure pump* merupakan suatu mekanisme pemompaan *fluida* dengan tipe piston *pump* yang bertujuan untuk memompakan air laut untuk memisahkan kandungan garam pada air laut menjadi air tawar. Pompa ini sering mengalami permasalahan seperti sering terjadi kebocoran & *downtime* yang memerlukan banyak waktu untuk memperbaikinya. Penelitian ini menggunakan metode RCM (*Reliability Centered Maintenance*). Hasil penelitian dari tindakan perawatan HP *pump SWRO* yang harus dilakukan *failur mode effect analisys* (FMEA), *logig tree analysis* (LTA), dan *task selection* diantaranya pergantian terjadwal dari *time limit component* diterapkan untuk komponen *Shaft sealing* dengan nilai RPN 24, komponen *Retaining ring* dengan nilai RPN 80, komponen *Piston/shoe* dengan nilai RPN 80, komponen *Valve plate* dengan nilai RPN 100, dan komponen *Swash plate* dengan nilai RPN 80. Tindakan perawatan *Corrective maintenance* dengan cara pengawasan oleh Operator atau pengontrol sistem dan operasikan sampai gagal diterapkan pada perawatan komponen *Mounting flange* dengan nilai RPN 6 dan komponen *Cylinder barrel* dengan nilai RPN 48. Tindakan perawatan pengujian atau inspeksi berkala terhadap fungsi *equipment* diterapkan pada komponen *Bleeding plugs* dengan nilai RPN 15.

**Kata kunci:** *Hight Pressure Pump, Reliability Centered Maintenance*

### ABSTRACT

*High pressure pump* is a fluid pumping mechanism with a piston pump type which aims to pump sea water to separate the salt content in sea water into fresh water. This pump often experiences problems such as frequent leaks & *downtime* which requires a lot of time to repair. This research uses the RCM (*Reliability Centered Maintenance*) method. The results of the research from SWRO HP pump maintenance actions that must be carried out are failure mode effect analysis (FMEA), log tree analysis (LTA), and task selection, including scheduled replacement of time limit components applied to Shaft sealing components with an RPN value of 24, Retaining ring components with RPN value 80, Piston/shoe components with RPN value 80, Valve plate components with RPN value 100, and Swash plate components with RPN value 80. Corrective maintenance maintenance action by supervision by the Operator or system controller and operating until failure is applied to component maintenance Mounting flange with an RPN value of 6 and Cylinder barrel components with an RPN value of 48. Periodic maintenance testing or inspection of equipment function is applied to Bleeding plugs components with an RPN value of 15.

**Keywords:** *Hight Pressure Pump, Reliability Centered Maintenance*

## Pendahuluan

Kerusakan pada mesin bisa mengakibatkan terhambatnya proses produksi di perusahaan yang berakibat pada penurunan produktivitas dan target produksi yang telah ditentukan. Oleh karena itu, peralatan-peralatan penunjang proses produksi ini harus selalu dilakukan perawatan yang teratur dan terencana. (Mesra, 2020) menggunakan metode Failure Mode and effect Analysis (FMEA) untuk mengidentifikasi kerusakan mesin dan menentukan prioritas komponen pompa sentrifugal dalam perawatan serta jenis perawatannya berdasarkan nilai RPN (Risk Priority Number). Penentuan strategi perawatan pada Pompa Reciprocating 211/212 PM-34 A/B dengan menggunakan metoda RCM I diteliti oleh (Mesra and Amanda, 2018).

Karena jadwal perawatan mesin yang kurang konsisten, menyebabkan mesin menjadi tidak maksimal beroperasi dan bisa mengakibatkan kerusakan. Dalam proses pengolahan *fluida* di area *plant*, diperlukan juga sistem pendingin / *cooling system* yang diperoleh dari proses *Sea Water Reverse Osmosis* (SWRO). Dalam proses akhir *Sea Water Reverse Osmosis*, air dipompakan dengan tekanan tinggi / *high pressure pump* guna menembus membran *filter* pada *Reverse Osmosis* yang kemudian diteruskan ke tanki penyimpanan SWRO.

Permasalahan yang sering terjadi pada *high pressure pump* SWRO adalah sering terjadinya kerusakan pada komponen pompa yang disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya *pressure* pompa yang terlalu tinggi, vibrasi pada pompa, maupun kavitasi pada saat pompa beroperasi yang mengakibatkan komponen pada pompa cepat mengalami kerusakan dan membutuhkan waktu perbaikan yang lama. Tujuan dari penelitian ini berdasarkan perumusan masalah adalah untuk mengetahui cara penerapan Metode *Reliability Centered Maintenance* dalam menentukan tingkat kritikal *High Pressure Pump* SWRO di PT KLK Dumai. Sementara (Mesra *et al.*, 2023) mengukur tingkat efektifitas mesin pompa SWRO dan BWRO secara keseluruhan dengan menggunakan metode TPM.

*Reliability Centered Maintenance* (RCM) merupakan suatu metode perawatan yang memanfaatkan informasi yang berkenaan dengan keandalan suatu fasilitas, untuk memperoleh strategi perawatan yang efektif, efisien dan mudah untuk dilaksanakan. *Reliability Centered Maintenance* (RCM) adalah suatu metode yang digunakan untuk mengembangkan dan memilih alternatif desain pemeliharaan berdasarkan kriteria keselamatan operasional. Ruang lingkup RCM menurut (Kurniawan, 2013) meliputi *Maintenance Significant Item* (MSI), *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), *Task Selection*, *Logic Tree Analysis*, Diagram Pareto.

## Metode Penelitian

Populasi adalah keseluruhan anggota atau kelompok yang membentuk objek yang dikenakan investigasi oleh peneliti. Populasi dalam penelitian ini adalah mesin Pompa *High Pressure Pump* SWRO 1 dan 3 Karyawan *Maintenance* di PT KLK Dumai. Dalam penelitian ini sumber data nya berasal dari:

### a. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung pada obyek yang akan diteliti. Pada penelitian ini data primer didapatkan dengan cara Observasi langsung pada objek penelitian dan wawancara langsung pada karyawan *maintenance* sebagai tambahan informasi yang diperlukan dalam penelitian.

b. Data Sekunder

Data sekunder yaitu data yang diperoleh dari beberapa buku, jurnal penelitian sebelumnya serta data kerusakan dan frekuensi kegagalan *Hight Preasure Pump SWRO* 1 dari bulan Oktober 2022 sampai bulan Juni 2023 di PT KLIK Dumai.

**Hasil dan Pembahasan**

**Pemilihan Sistem Pengumpulan Data dan Informasi**

Pemilihan sistem pengumpulan data dan informasi berdasarkan data kerusakan pompa pada area HP *pump SWRO*, dimana untuk area tersebut memiliki 6 pompa dari HP *pump* 1 sampai HP *pump* 6. Pemilihan pompa SWRO salah satunya adalah pompa HP *pump* 1 dikarenakan sering terjadinya kerusakan dan permasalahan pada pompa tersebut, sehingga mengakibatkan terganggunya proses operasi pengolahan air akibat *downtime* yang terlalu lama dari proses *maintenance*.

Berikut spesifikasi pompa HP *pump SWRO* 1 merek Denfoss APP 10.2 dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Spesifikasi Pompa Denfoss APP 10.2

No	Item	Spesifikasi
1	<i>Driver</i>	Motor Listrik
2	<i>Power</i>	30 Kw
3	RMP	1800
4	Kapasitas	46,23 gpm
5	<i>Max Press Out</i>	80 Barg
6	<i>Weight</i>	30 kg
7	Media Temperatur	2-50 °C

Sumber: DenfossAPP, 2014

**Tabel 2.** Data Kerusakan Pompa SWRO HP *Pump* 1

<i>Created on</i>	<i>Description</i>	Kerusakan Komponen	<i>Time to work</i>
10/14/2022	hp pump 1 swro1 vibrasi	<i>Bearing motor dan coupling</i>	08.45-10.21
10/27/2022	Repair hp pump 1 swro1 leaking	<i>Shaft sealing</i>	13.15-16.32
11/20/2022	hp pump no 1 sw 1 Vibration	Piston dan <i>valve plate</i>	09.25-11.17
12/08/2022	Perbaikan HPpump#1 SWRO#1	<i>Retainer ring dan valve plate</i>	13.05-15.48
12/13/2022	Service HP Pump#1 SWRO#1	<i>Connecting flange inlate dan outlate</i>	09.12-11.00
01/24/2023	Inlet hp pump bocor	<i>Shaft sealing</i>	09.45-11.39
02/14/2023	hp pump problem	<i>Bearing motor</i>	13.10-15.45
03/04/2023	service hp pump1 swro1	<i>Swash plate dan valve plate</i>	13.47-15.05
03/11/2023	bunyi hp pump kasar	Piston dan <i>valve plate</i>	09.48-11.15
03/27/2023	service hp pump1 swro1	<i>Shaft sealing</i>	13.40-16.05
04/17/2023	Replace Rubber vitolic hp	<i>Swash plate dan</i>	10.18-11.35

04/20/2023	pump no 1 Perbaikan hp pump1 swro1	<i>valve plate</i> Piston	08.45-11.27
05/22/2023	pump bunyi kasar dan vibration	<i>valve plate</i> dan <i>retainer ring</i>	08.30-11.45
05/29/2023	Repair HP Pump#1 SWRO#1	<i>Shaft sealing</i>	09.15-11.14
06/12/2023	Repair HP Pump#1 SWRO#1	<i>Connecting flange</i> <i>inlate</i> dan <i>outlate</i>	14.10-15.58

Sumber: PT KLK Dumai, 2023

### Analisis Kegagalan Sistem

Analisis kegagalan sistem berdasarkan informasi kegagalan komponen yang diperoleh dari perusahaan dengan wawancara dengan karyawan bagian *maintenance* dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Identifikasi Informasi Kegagalan Komponen

No	Komponen	<i>Failure Mode</i>	<i>Failure Cause</i>	<i>Failure Effect</i>
1	<i>Shaft sealing</i>	Pompa bocor, retak	<i>dry runing</i> , <i>kavitasi</i> , vibrasi	Daya hisap dan tekanan <i>fluida</i> menurun
2	<i>Mounting flange</i>	Retak dan pecah	vibrasi	Pompa tidak dapat beroperasi
3	<i>Bleeding plugs</i>	Aus, korosi	<i>Fluida</i> kotor	Udara di dalam pompa tidak dapat dikeluarkan
4	<i>Retaining ring</i>	Aus dan macet	Korosi dan <i>fluida</i> kotor	Pompa tidak dapat beroperasi
5	<i>Piston/shoe</i>	Retak dan patah	Korosi dan <i>fluida</i> kotor	Tekanan <i>fluida</i> menurun dan pompa tidak dapat beroperasi
6	<i>Valve plate</i>	Retak, Aus dan pecah	Korosi dan kotor	<i>Fluida backflow</i> ke silinder dan pompa tidak dapat beroperasi
7	<i>Swash plate</i>	Aus dan retak	Korosi dan putaran tinggi	Putaran pompa terhambat dan pompa tidak bisa beroperasi
8	<i>Cylinder barrel</i>	Aus, retak, dan korosi	Usia pemakaian dan koefisien putaran yang tinggi	Vibrasi tinggi, pompa tidak dapat beroperasi
9	<i>Spring</i>	Aus dan korosi	<i>Fluida</i> kotor	Kinerja pompa menurun
10	<i>Port plate</i>	Retak, Aus dan pecah	Korosi dan kotor	<i>Fluida backflow</i> ke silinder dan pompa tidak dapat beroperasi
11	<i>Connecting flange</i>	Retak dan pecah	Tekanan <i>fluida</i> tinggi	Aliran <i>fluida</i> bocor dan pompa tidak dapat beroperasi
12	<i>Housing with bearing</i>	Retak, korosi dan pecah	Fibrasi yang tinggi	Vibrasi tinggi, pompa tidak dapat beroperasi

Sumber: Penelitian, 2023

### Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

*Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) yaitu analisa mode kegagalan dan dampak. Untuk menganalisa kegagalan yang lebih menekankan pada analisa kualitatif dan mengidentifikasi dampak mode kegagalan dari sebuah komponen terhadap sistem, subsistem maupun terhadap komponen itu sendiri.

Penentuan rating *Risk Priority Number* (RPN) diperoleh dari hasil kali dari masing-masing nilai:

- Saverity* bertujuan untuk mengetahui tingkat keseriusan efek yang ditimbulkan jika terjadi kerusakan komponen mesin,
- Occurance* bertujuan untuk mengetahui kemungkinan terjadinya penyebab kegagalan yang berhubungan dengan efek terjadinya kerusakan komponen mesin.
- Detection* untuk mengetahui kemampuan mendeteksi kegagalan yang berubungan dengan effect terjadinya kerusakan komponen mesin.

Nilai tersebut diperoleh kuesioner yang dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Deskripsi Mode Kegagalan dan Penentuan Nilai RPN

Komponen	Failure Mode	Failure Effect	S	O	D	RPN
<i>Shaft sealing</i>	Pompa bocor, retak	Daya hisap dan tekanan <i>fluida</i> menurun	4	6	1	24
<i>Mounting flange</i>	Retak dan pecah	Pompa tidak dapat beroperasi	6	1	1	6
<i>Bleeding plugs</i>	Aus, korosi	Udara di dalam pompa tidak dapat dikeluarkan	3	1	5	15
<i>Retaining ring</i>	Aus dan macet	Pompa tidak dapat beroperasi	4	5	4	80
<i>Piston/shoe</i>	Retak dan patah	Tekanan <i>fluida</i> menurun dan pompa tidak dapat beroperasi	4	5	4	80
<i>Valve plate</i>	Retak, Aus dan pecah	<i>Fluida backflow</i> ke silinder dan pompa tidak dapat beroperasi	4	5	5	100
<i>Swash plate</i>	Aus dan retak	Putaran pompa terhambat dan pompa tidak bisa beroperasi	4	4	5	80
<i>Cylinder barrel</i>	Aus, retak, dan korosi	Vibrasi tinggi Pompa tidak dapat beroperasi	4	2	6	48
<i>Spring</i>	Aus dan korosi	Kinerja pompa menurun	4	5	4	80
<i>Port plate</i>	Retak, Aus dan pecah	<i>Fluida backflow</i> ke silinder dan pompa tidak dapat beroperasi	6	4	4	96
<i>Connecting flange</i>	Retak dan pecah	Aliran <i>fluida</i> bocor dan pompa tidak dapat beroperasi	3	3	1	9
<i>Housing with bearing</i>	Retak, korosi dan pecah	Vibrasi tinggi Pompa tidak dapat beroperasi	4	1	1	4
Total						622

Sumber: Penelitian, 2023

**Tabel 5.** Mode Kegagalan yang Diprioritaskan

Rank	Failure Mode	RPN	Persentase RPN (%)	RPN Kumulatif (%)
1	Pompa bocor, retak	24	3,9	3,9
2	Retak dan pecah	6	1,0	4,8
3	Aus, korosi	15	2,4	7,2
4	Aus dan macet	80	12,9	20,1
5	Retak dan patah	80	12,9	33,0
6	Retak, Aus dan pecah	100	16,1	49,0
7	Aus dan retak	80	12,9	61,9
8	Aus, retak, dan korosi	48	7,7	69,6

Sumber: Penelitian, 2023

### Logic Tree Analysis (LTA)

Empat faktor mode kegagalan *Intermediate Decision Tree*, yang dikategorikan sebagai berikut.

1. Kategori A (Mode kegagalan berpengaruh terhadap keselamatan).
2. Kategori B (Mode kegagalan berpengaruh terhadap produksi).
3. Kategori C (Mode kegagalan berpengaruh terhadap non produksi).
4. Kategori D (Mode kegagalan tersembunyi).

Nilai persentase kategori dampak kegagalan dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut.

$$\text{Persentase Kategori Kumulatif} = \frac{\text{Jumlah Kategori}}{\text{Total}} \times 100\%$$

$$\text{Persentase A} = \frac{3}{8} \times 100\% = 37,5\%$$

$$\text{Persentase B} = \frac{1}{8} \times 100\% = 12,5\%$$

$$\text{Persentase D/B} = \frac{4}{8} \times 100\% = 50\%$$

Berdasarkan perhitungan diatas, persentase A sebesar 37,5%, maka hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 6 berikut.

**Tabel 6.** Kategori Kumulatif *Logic Tree Analisis*

No	Kategori	Total	Persentase Total Kategori (%)
1	A	3	37,5
2	B	1	12,5
3	D/B	4	50
Total		8	100

Sumber: Penelitian, 2023

Tabel 6 menjelaskan 3 mode kegagalan kategori A yang artinya kegagalan berpengaruh terhadap keselamatan, 1 mode kegagalan dalam kategori B yang artinya kegagalan berpengaruh terhadap sistem produksi, 4 mode kegagalan kategori D/B yang artinya kegagalan ini tersembunyi tapi berpengaruh terhadap fungsi sistem vital komponen lain.

### Task Selection

Analisis *Task Selection* merupakan panduan pertanyaan dengan jawaban Yes/No yang mengarahkan penentuan tindakan perawatan yang dilakukan. Setelah dilakukan

analisis berdasarkan *task selection* maka analisis tersebut disusun dalam suatu Tabel identifikasi *task selection* yang dapat dilihat pada Tabel 7.

**Tabel 7.** Identifikasi *Task Selection*

Komponen	Kategori											Task
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
<i>Shaft sealing</i>	N	Y	N	Y	Y	Y	N	N	Y	N	Y	D
<i>Mounting flange</i>	Y	Y	N	N	Y	Y	N	Y	Y	N	Y	F/G
<i>Bleeding plugs</i>	N	Y	N	Y	Y	Y	N	Y	Y	N	Y	A
<i>Retaining ring</i>	N	Y	N	Y	N	N	N	N	Y	N	Y	D
<i>Piston/shoe</i>	N	Y	N	Y	N	Y	N	N	Y	N	Y	D
<i>Valve plate</i>	N	Y	N	Y	N	N	N	N	Y	N	Y	D
<i>Swash plate</i>	N	Y	N	Y	N	N	N	N	Y	N	Y	D
<i>Cylinder barrel</i>	Y	Y	N	N	Y	N	N	N	Y	N	N	F/G

Sumber: Penelitian, 2023

Tabel 7 menjelaskan jawaban *Yes/No* dari pertanyaan mengenai mode kegagalan sehingga ditentukan kategori *task selection* dari suatu kegagalan. Berdasarkan pengolahan data pada Tabel identifikasi *task selection* diatas maka ditentukan pemilihan tindakan perawatan komponen pada analisis FMEA dan LTA adalah sebagai berikut:

**Tabel 8.** Tindakan Perawatan FMEA dan LTA

Komponen	Failure Mode	Failure Effect	RPN	LTA	Task Selection
<i>Shaft sealing</i>	Pompa bocor, retak	Daya hisap dan tekanan fluida menurun	24	A	D. Dengan pergantian terjadwal dari <i>time limit component</i> <i>Corrective maintenance</i>
<i>Mounting flange</i>	Retak dan pecah	Pompa tidak dapat beroperasi	6	A	F. Pengawasan oleh Operator atau pengontrol sistem G. Operasikan sampai gagal
<i>Bleeding plugs</i>	Aus, korosi	Udara di dalam pompa tidak dapat dikeluarkan	15	B	A. Pengujian atau inpeksi berkala terhadap fungsi <i>equipment</i>
<i>Retaining ring</i>	Aus dan macet	Pompa tidak dapat beroperasi	80	A	D. Dengan pergantian terjadwal dari <i>time limit component</i>
<i>Piston/shoe</i>	Retak dan patah	Tekanan fluida menurun dan pompa tidak dapat beroperasi	80	D/B	D. Dengan pergantian terjadwal dari <i>time limit component</i>
<i>Valve plate</i>	Retak, Aus dan pecah	Fluida backflow ke silinder dan pompa tidak dapat beroperasi	100	D/B	D. Dengan pergantian terjadwal dari <i>time limit component</i>

<i>Swash plate</i>	Aus dan retak	Putaran pompa terhambat dan pompa tidak bisa beroperasi	80	D/B	D. Dengan pergantian terjadwal dari <i>time limit component</i>
<i>Cylinder barrel</i>	Aus, retak, dan korosi	Vibrasi tinggi Pompa tidak dapat beroperasi	48	D/B	Corrective maintenance F. Pengawasan oleh Operator atau pengontrol sistem G. Operasikan sampai gagal

Sumber: Penelitian, 2023

Penerapan *Reliability Centered Caintenance* pada HP *pump* SWRO 1 PT KLK Dumai memperoleh beberapa tindakan perawatan terhadap beberapa komponen pompa yang memerlukan tingkat perawatan yang diprioritaskan. Tindakan perawatan dengan pergantian terjadwal dari *time limit component* diterapkan untuk komponen *Shaft sealing* dengan nilai RPN 24, komponen *Retaining ring* dengan nilai RPN 80, komponen *Piston/shoe* dengan nilai RPN 80, komponen *Valve plate* dengan nilai RPN 100, dan komponen *Swash plate* dengan nilai RPN 80. Tindakan perawatan *Corrective maintenance* dengan cara pengawasan oleh Operator atau pengontrol sistem dan operasikan sampai gagal diterapkan pada perawatan komponen *Mounting flange* dengan nilai RPN 6 dan komponen *Cylinder barrel* dengan nilai RPN 48. Tindakan perawatan pengujian atau inspeksi berkala terhadap fungsi *equipment* diterapkan pada komponen *Bleeding plugs* dengan nilai RPN 15. Berdasarkan RCM pada pompa HP *pump* SWRO, mode kegagalan tertinggi terjadi pada komponen *valve plate* dengan nilai RPN 100. Analisis RCM dilakukan pada *task selection* ditentukan 5 komponen dengan tindakan perawatan dengan pergantian terjadwal dari *time limit component*, 2 komponen dengan tindakan perawatan *Corrective maintenance* dengan cara pengawasan oleh Operator atau pengontrol sistem dan operasikan sampai gagal dan 1 komponen dengan tindakan perawatan pengujian atau inpeksi berkala terhadap fungsi *equipment*.

## Kesimpulan

Penerapan *Reliability Centered Caintenance* pada HP *pump* SWRO 1 PT KLK Dumai diperoleh *mode* kegagalan tertinggi terjadi pada komponen pompa *Valve plate* dengan nilai RPN 100. Tindakan perawatan pompa HP *pump* SWRO 1 di PT KLK Dumai adalah pergantian terjadwal dari *time limit component* diterapkan untuk komponen *Shaft sealing* dengan RPN 24, komponen *Retaining ring* dengan RPN 80, komponen *Piston/shoe* dengan RPN 80, komponen *Valve plate* dengan RPN 100, dan komponen *Swash plate* dengan RPN 80. Tindakan perawatan *Corrective maintenance* dengan cara pengawasan oleh Operator atau pengontrol sistem dan operasikan sampai gagal diterapkan pada perawatan komponen *Mounting flange* dengan RPN 6 dan komponen *Cylinder barrel* dengan RPN 48. Tindakan perawatan pengujian atau inspeksi berkala terhadap fungsi *equipment* diterapkan pada komponen *Bleeding plugs* dengan RPN 15.

## Daftar Pustaka

Kurniawan, F. (2013) *Manajemen Perawatan Industri, Teknik Dan Aplikasi*. Pertama. Yogyakarta: Graha Ilmu.



Mesra, T. (2020) ‘Analisis Perawatan Mesin Pompa Sentrifugal Dengan Metoda Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)’, *Jurnal Unitek*, 13(2), pp. 39–46. Doi: 10.52072/Unitek.V13i2.138.

Mesra, T. *et al.* (2023) ‘Overall Equipment Effectiveness Di Desalination Plant 2 Pada PT Sari Dumai’, *JIME (Journal Of Industrial And Manufacture Engineering)*, 7(1), Pp. 69–83.

Mesra, T. And Amanda, R. (2018) ‘Maintenance Pompa Reciprocating 211 / 212 PM-4 A / B Menggunakan Metode RCM Di PT Pertamina ( Persero ) Refinery Unit II Dumai’, 3814, pp. 175–183.